

# MESSEN VON STOFF- UND ENERGIESTRÖMEN

## ÜBUNG

Prof. Dr.-Ing. Jens Hesselbach

WS 2017/2018

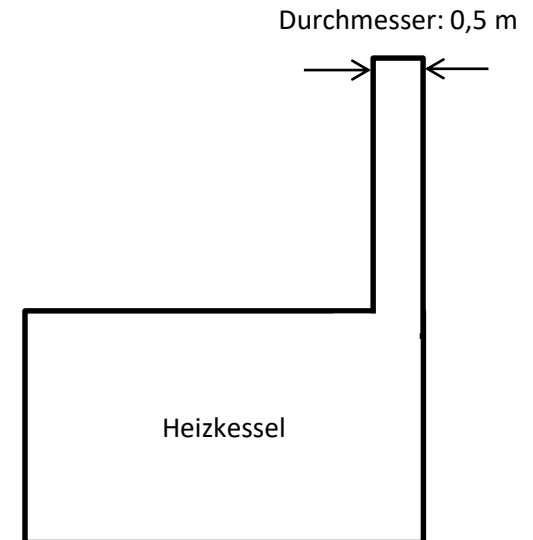


# Abgasmessung

# Aufgabe 1

- Ein Heizkessel (siehe Abbildung) verfügt über eine Feuerungsleistung von 700 kW und eine adiabate Verbrennungstemperatur von ca. 1700 °C. Das Abgas strömt mit einer Geschwindigkeit 9,6 m/s durch die Abgasführung. Das Abgas kann als Ideales Gas betrachtet werden.
- Die Volumenstrom-Abgasmessung erfolgt mit einem Prandtl-Staurohr.
  - a) Welchen Volumenstrom besitzt das heiße Abgas im Schornstein?
  - b) Berechnen Sie den Normvolumenstrom des Abgases.

<b>Normdruck</b>	1,013*10 <sup>5</sup>	Pa
<b>Dynamischer Druck im Abgas</b>	0,369*10 <sup>5</sup>	Pa
<b>Abgastemperatur</b>	163	°C
<b>Brennwert Hs</b>	11,1	KWh/m <sup>3</sup>
<b>Normtemperatur</b>	25	°C



# Aufgabe 2

- In einem Lüftungsrohr in einer Gießerei wird ein Norm-Volumenstrom von  $11327 \text{ m}^3/\text{h}$  gemessen. Die Abluft ist als Ideales Gas zu betrachten.
  - a) Wie groß ist die Strömungsgeschwindigkeit in dem Rohr wenn das Abgas im Normzustand betrachtet wird und der Durchmesser  $0,7 \text{ m}$  beträgt?
  - b) Bestimmen Sie den Volumenstrom der Abluft bei einer Temperatur von  $45 \text{ }^\circ\text{C}$ .

	Messwert	Einheit
Umgebungsdruck	$1,013 \cdot 10^5$	Pa
Dynamischer Druck im Abgas	$0,121 \cdot 10^5$	Pa
Umgebungstemperatur	25	$^\circ\text{C}$

# Bernoulli

# Aufgabe 3: Volumenstrommessung

Bitte Beachten Sie für diese Aufgabe auch die entsprechenden Folien der Vorlesung Durchflussmessung!

In einem Prüfstand für die Beheizung von Blasfolienextrudern wird der Volumenstrom  $\dot{V}$  eines Wärmeträgerfluides (Thermoöl) mit einer Messblende bestimmt. Dazu wird die statische Druckdifferenz zwischen den beiden Querschnitten über ein U-Rohr ermittelt. Es kann von einer verlustfreien Strömung ausgegangen werden.

Gegeben:

$$d_1 = 0,15 \text{ m}$$

$$d_2 = 0,1 \text{ m}$$

$$\Delta_{xMF} = 5 \text{ mm}$$

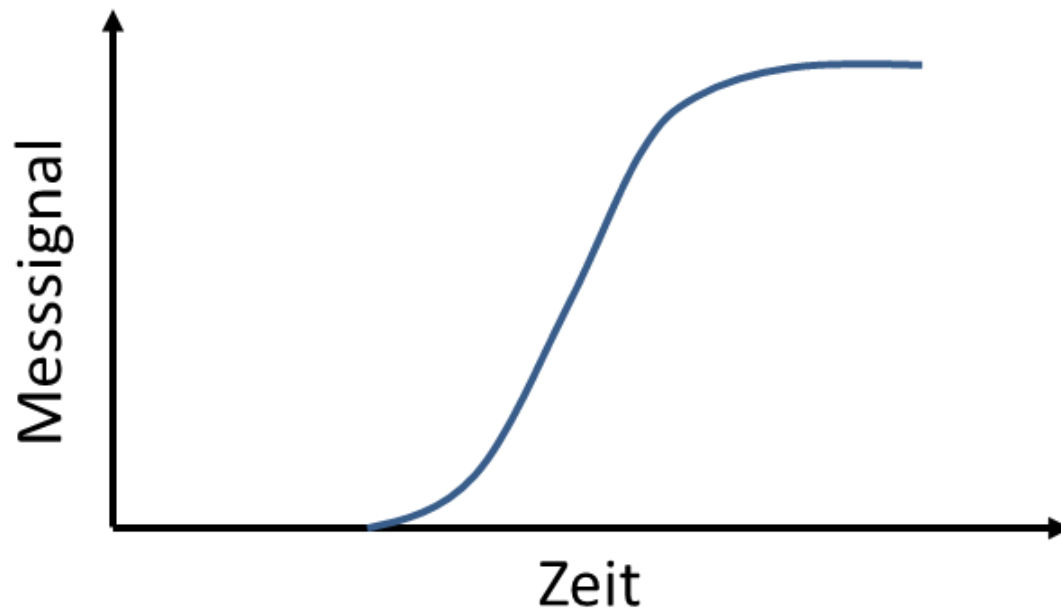
$$\rho_{\text{öl}} = 890 \text{ kg/m}^3$$

$$\rho_{MF} = 12000 \text{ kg/m}^3$$

1. Zeichnen Sie das beschriebene Messverfahren schematisch auf und kennzeichnen Sie die Druckdifferenz qualitativ in dem installierten U-Rohr.
2. Berechnen Sie den Volumenstrom  $\dot{V}$  für oben gegebene Randbedingungen durch Herleitung über die Bernoulli-Gleichung.

# Aufgabe 4 Zeitverhalten Sensoren

- Erläutern Sie die Begriffe Totzeit, Einstellzeit und Ansprechzeit und zeichnen Sie diese in das vorgegebene Diagramm.



# Aufgabe 5: Widerstandsthemometer

- Zeichnen Sie eine 2, 3, 4 Leiterschaltung auf und erläutern Sie die Vor-/Nachteile.



# Fehlerrechnung

# Aufgabe 7 „Wärmestrom“

Gegeben ist ein Prozess, bei dem eine bestimmte Wärmeleistung von einem Verbraucher an einem Wärmeübertrager abgenommen wird. Berechnen Sie zunächst diese Wärmeleistung unter folgenden Bedingungen:

- Massenströmung: 1 kg/s
- Medium: Wasser
- Die Temperaturen vor und nach dem Wärmeübertrager sind:  $T_1=298$  K und  $T_2=313$  K

Formel:

$$\dot{Q}(\dot{m}, c_p, T_1, T_2) = \dot{m} \cdot c_p \cdot \Delta T = \dot{m} \cdot c_p \cdot (T_2 - T_1)$$

Bezeichnung / Art des Sensors	Standartabweichungen vom Hersteller angegeben
MID 50P15	$\pm 0,5$ % v.M.
Platin-Widerstandsthermometer	Klasse A: $\sigma = 0,15K + 0,002 * (T - 273,15K)$

Wie groß ist der Gaußsche-Fehler der Berechnung?

# Aufgabe 8 „Ohmsche Reihenschaltung“

An einer Reihenschaltung von ohmschen Widerständen soll der Gesamtwiderstand bestimmt werden. Dieser berechnet sich nach folgender Formel:

$$R_{\text{ges}} = U/I + R_2.$$

Die Spannung  $U$  und der Strom  $I$  des Widerstandes  $R_1$  sowie der Wert des Widerstandes  $R_2$  sind bekannt, ebenso die Einzelunsicherheiten: Bestimmen Sie die Unsicherheit des Gesamtwiderstandes nach dem Gauß'schen Verfahren!

$$U = 24 \text{ V}$$

$$\sigma_U = \pm 2 \text{ V}$$

$$I = 1 \text{ A}$$

$$\sigma_I = \pm 1/12 \text{ A}$$

$$R_2 = 100 \text{ V/A}$$

$$\sigma_{R_2} = \pm 1 \text{ V/A}$$